پرسش ۳ـ۱

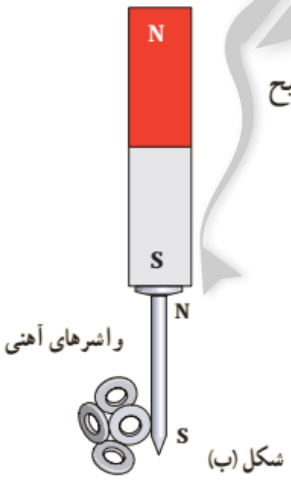
فرض کنید دو میلهٔ کاملاً مشابه، یکی از جنس آهن و دیگری آهنربا در اختیار دارید. باگفت‌وگو در گروه خود، روشی را پیشنهاد کنید که با استفاده از آن و بدون استفاده از هیچ وسیلهٔ دیگر، بتوان میله‌ای را که از جنس آهنرباست مشخص کرد.

از آنجا که خاصیت مغناطیسی آهنربا در نزدیکی قطب ها بیشتر و در وسط آن ناچیز است می توانیم یکی از میله ها را در دست بگیریم و به قسمت وسط میله دیگر تماس دهیم. در این حالت چنانچه خاصیت آهنربایی قوی مشاهده شد، میله ای که در دست ما است آهنربا است و در غیر اینصورت آهن است.

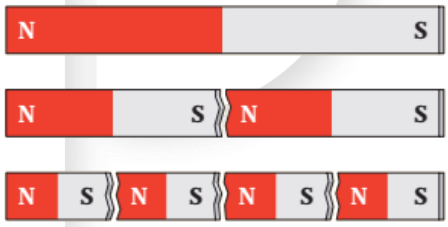
پرسش ۳ـ۲

۱ـ دریافت خود را از شکل الف بیان کنید.

۲ـ در علوم هشتم با پدیدهٔ القای مغناطیسی آشنا شدید. با توجه به شکل ب این پدیده را توضیح دهید و بیان کنید چرا در پدیدهٔ القای مغناطیسی همواره جذب وجود دارد؟



شکل (ب)

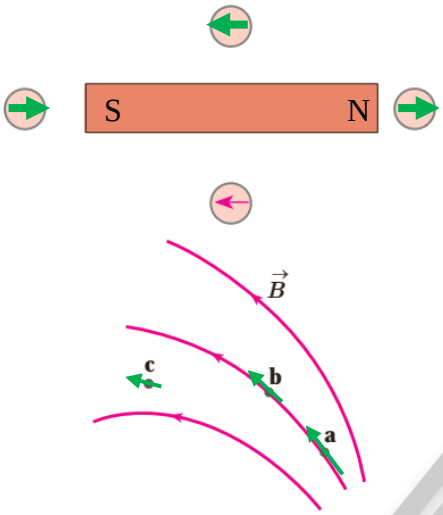


شکل (الف)

۱- چنانچه یک آهنربای میله ای را به قطعات کوچکتر تقسیم کنیم، قطعات ایجاد شده نیز همواره دارای دو قطب N و S خواهند بود. اگر این کار را ادامه دهیم و به مولکول های آهنربا برسیم باز هم دارای قطب های N و S هستند که به آنها دوقطبی مغناطیسی می گویند (تک قطبی مغناطیسی وجود ندارد).

۲- وقتی قطعات آهنی در تماس با آهنربا قرار می گیرند، خاصیت مغناطیسی در آن القا می شود و قطعه آهنی نیز دارای قطب های N و S می شود. بنابراین قطعه آهنی نیز خاصیت مغناطیسی دارد و می تواند قطعات دیگر را به خود جذب کند (القای بارهای الکتریکی در رساناها در حضور میدان الکتریکی با همین موضوع مشابهت دارد).

پرسش ۳ـ۳



۱ـ شکل روبه‌رو، یک آهنربای میله‌ای و تعدادی عقربهٔ مغناطیسی را نشان می‌دهد. (الف) کدام سر آهنربا قطب N و کدام سر قطب S است؟
(ب) جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی را در دیگر مکان‌های روی شکل تعیین کنید.

۲ـ شکل روبه‌رو، خط‌های میدان مغناطیسی در ناحیه‌ای از فضا را نشان می‌دهد. بردار میدان مغناطیسی را در هر یک از نقطه‌های روی شکل رسم کنید. به اندازه و جهت بردار میدان در هر نقطه توجه کنید.

الف و ب) با توجه به اینکه جهت عقربه در قسمت پایین آهنربا به سمت چپ است می توان گفت که جهت میدان در این نقطه به سمت چپ بوده است. از آنجا که جهت خطوط میدان در خارج آهنربا از N به S است، قطب سمت راست آهنربا N بوده است.

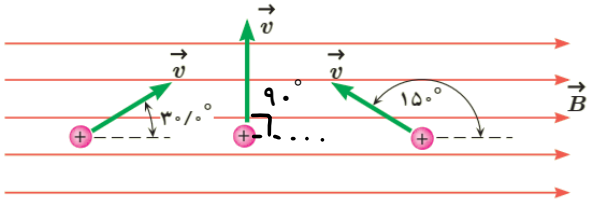
۲) مماس بر خطوط میدان در هر نقطه جهت میدان را نشان می دهد. از طرفی هر جا فاصله خطوط از هم کمتر باشد اندازه میدان قوی تر و هر جا خطوط فاصله بیشتری داشته باشند اندازه میدان ضعیف تر خواهد بود.

B_a

تمرین ۳ـ۱

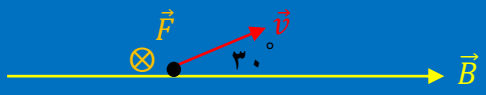
۱ـ بر پروتونی که با زاویهٔ $\theta=۳۰^\circ$ نسبت به میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازهٔ $B=۳۲۰\,G$ در حرکت است نیرویی به‌اندازهٔ $F=۵/۱۲\times۱۰^{-۱۴}\,N$ وارد می‌شود. تندی پروتون چند کیلومتر بر ثانیه است؟

۲ـ سه ذرّه، هر کدام با بار $q=۶/۱۵\,\mu C$ و تندی $v=۴۶\,m/s$، در میدان مغناطیسی یکنواختی به‌اندازهٔ $B=۰/۱۶۵\,T$ در حرکت‌اند (شکل روبه‌رو). اندازهٔ نیروی وارد بر هر ذرّه را حساب کنید.



۱ – با استفاده از قاعده دست راست جهت نیرو درونسو می باشد.

$\theta = ۳۰^\circ$
$B = ۳۲۰G = ۳۲۰ \times ۱۰^{-۴}T$
$F = ۵.۱۲ \times ۱۰^{-۱۴}N$



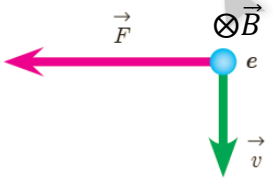
۲– $F = |q|vBsin\theta \rightarrow v = \frac{F}{|q|Bsin\theta} = \frac{۵.۱۲ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۳۲۰ \times ۱۰^{-۴} \times ۰.۵} = ۲ \times ۱۰^{۷} \frac{m}{s} \times \frac{۱km}{۱۰^{۳}m} = ۲ \times ۱۰^{۴} km/s$

$q = ۶.۱۵\mu c = ۶.۱۵ \times ۱۰^{-۶}c$
$v = ۴۶m/s$
$B = ۰.۱۶۵T$
$\theta_۱ = ۳۰^\circ$
$\theta_۲ = ۹۰^\circ$
$\theta_۳ = ۱۵۰^\circ = ۱۸۰^\circ - ۳۰^\circ$

$F_۱ = qvBsin\theta_۱ = ۶.۱۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۴۶ \times ۰.۱۶۵ \times sin30 \cong ۲.۳۳ \times ۱۰^{-۵}N$
$F_۲ = qvBsin\theta_۲ = ۶.۱۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۴۶ \times ۰.۱۶۵ \times sin90 \cong ۴.۶۷ \times ۱۰^{-۵}N$
$F_۳ = qvBsin\theta_۳ = ۶.۱۵ \times ۱۰^{-۶} \times ۴۶ \times ۰.۱۶۵ \times sin150 \cong ۲.۳۳ \times ۱۰^{-۵}N$

پرسش ۳ــ۴

الکترونی عمود بر میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. با توجه به شکل، جهت میدان $\vec{B}$ کدام است؟



☐ بالا ☐ راست ☑ درون‌سو ☐ برون‌سو

به کمک قاعده دست راست جهت میدان مغناطیسی درونسو تعیین می شود. دقت شود که در قاعده دست راست چنانچه بارالکتریکی منفی باشد جهت نیرو در خلاف انگشت شست است.

پرسش ۳ــ۵

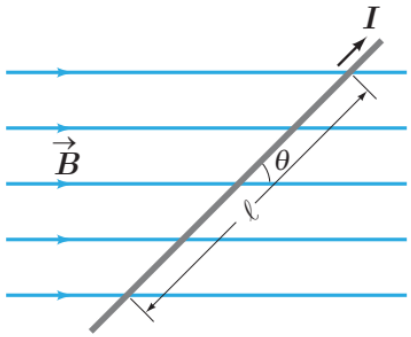
اگر در شکل ۳ــ۱۳ سیم حامل جریان در امتداد میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروی مغناطیسی وارد بر آن چقدر خواهد بود؟ در چه حالتی بزرگی این نیرو بیشینه می‌شود؟

اگر سیم در امتدد میدان قرار گیرد زاویه جهت جریان و میدان برابر صفر می شود و در نتیجه نیرویی به آن وارد نخواهد شد.

$$\theta = ۰ \rightarrow F = IlBsin0 = ۰$$

چنانچه سیم عمود بر میدان باشد، بزرگی نیروی وارد بر آن بیشینه خواهد بود:

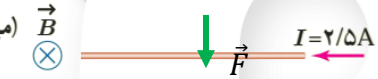
$$\theta = ۹۰^\circ \rightarrow F = IlBsin90 = IlB$$



شکل ۳ـ۱۳ سیم حامل جریان در میدان مغناطیسی. نیروی مغناطیسی وارد بر سیم درون‌سو (عمود بر صفحهٔ کتاب و به طرف داخل) است.

تمرین ۳ـ۲

سیم مستقیمی به طول ۲/۴m حامل جریان ۲/۵A از شرق به غرب است. اندازهٔ میدان مغناطیسی زمین در محل این سیم ۰/۴۵G و جهت آن از جنوب به شمال است. اندازه و جهت نیروی مغناطیسی وارد بر این سیم را تعیین کنید.



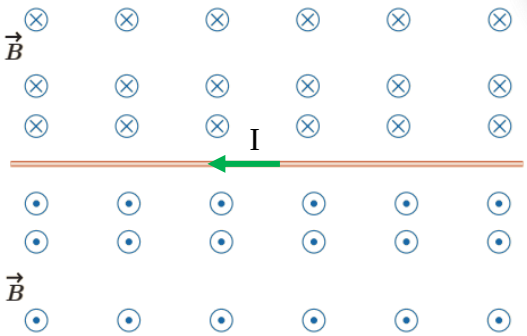
$$I = ۲.۵A$$
$$l = ۲.۴m$$
$$B = ۰.۴۵G = ۰.۴۵ \times ۱۰^{-۴}T$$
$$\theta = ۹۰$$

$$F = IlBsin90 = ۲.۵ \times ۲.۴ \times ۰.۴۵ \times ۱۰^{-۴} = ۲.۷ \times ۱۰^{-۴}N$$

مطابق قاعده دست راست، جهت نیرو به سمت داخل زمین تعیین می شود.

پرسش ۳ـ۶

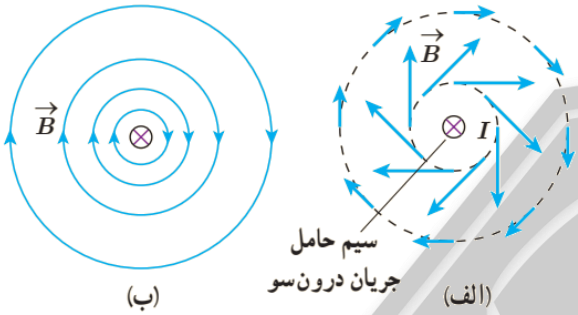
شکل روبه‌رو، جهت میدان مغناطیسی در اطراف یک سیم افقی و مستقیم حامل جریان را نشان می‌دهد. در ناحیهٔ بالای سیم، جهت میدان مغناطیسی درون‌سو و در ناحیهٔ پایین آن برون‌سو است. جهت جریان را در سیم تعیین کنید.



مطابق قاعده دست راست اگر جهت انگشت شست را در جهت جریان بگیریم، جهت خم شدن دیگر انگشتان جهت میدان را نشان می دهد. در این شکل اگر جهت جریان به سمت چپ باشد، جهت میدان در بخش بالا درونسو و در بخش پایین برونسو خواهد بود.

پرسش ۳ـ۷

دریافت خود را از شکل‌های الف و ب بیان کنید. در بیان خود، به چگونگی تغییر جهت و اندازهٔ میدان $\vec{B}$ در اطراف سیم حامل جریان اشاره کنید.



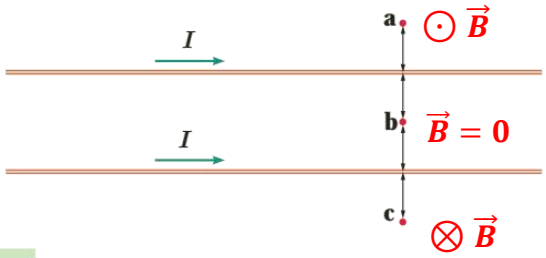
۱ – جهت میدان مغناطیسی یک سیم حامل جریان درونسو به صورت ساعتگرد می باشد.

۲– خطوط میدان مغناطیسی سیم مستقیم حامل جریان به صورت دایره های هم مرکز است که با افزایش شعاع دایره ها، بزرگی میدان مغناطیسی کاهش می یابد.

۳– فاصله خطوط میدان مغناطیسی در نزدیکی سیم کمتر و در فواصل دورتر بیشتر می شود.

تمرین ۳ـ۳

جهت میدان مغناطیسی برایند (خالص) را ناشی از سیم‌های موازی و بلند حامل جریان را در هر یک از نقطه‌های a، b و c پیدا کنید. نقطهٔ b در فاصلهٔ مساوی از دو سیم قرار دارد.



طبق قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی هر سیم را در نقاط مذکور پیدا می کنیم: میدان برآیند برابر است با مجموع برداری میدان مغناطیسی ناشی از هر سیم

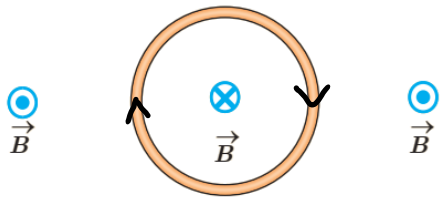
– در نقطه a جهت میدان حاصل از سیم ها برونسو است، بنابراین میدان برآیند نیز برونسو می باشد.

– در نقطه b جهت میدان سیم بالایی درونسو و جهت میدان سیم پایینی برونسو می باشد. از آنجا که جریان ها با هم برابر بوده و فاصله نقطه b نیز از هر دو سیم یکسان است، پس میدان برآیند در این نقطه صفر است.

– در نقطه c جهت میدان حاصل از سیم ها به صورت درونسو است، بنابراین میدان برآیند نیز درونسو می باشد.

پرسش ۳ـ۸

شکل روبه‌رو، یک حلقهٔ حامل جریان را نشان می‌دهد که جهت خط‌های میدان مغناطیسی درون و بیرون آن نشان داده شده است. جهت جریان را در این حلقه تعیین کنید.



جهت میدان مغناطیسی حلقه حامل جریان به کمک قاعده دست راست تعیین می شود. با توجه به جهت میدان مغناطیسی در نقاط نمایش داده شده، جهت جریان حلقه باید به صورت ساعتگرد باشد.

تمرین ۳ـ۴

اندازهٔ میدان مغناطیسی دور سر انسان حدود $۳\times۱۰^{-۸}\,G$ اندازه‌گیری شده است. اگرچه جریان‌هایی که این میدان را به‌وجود می‌آورند بسیار پیچیده‌اند، ولی با در نظر گرفتن این جریان‌ها به‌صورت تک حلقه‌ای دایره‌ای به قطر $۱۶\,cm$ (پهنای یک سر نوعی) می‌توان بزرگی جریان الکتریکی را تخمین زد. جریان لازم برای ایجاد این میدان در مرکز حلقه چقدر است؟

با جاگذاری اطلاعات داده شده در رابطه (۳-۵)، جریان را بدست می آوریم.

$$B = ۳\times۱۰^{-۸}G\times\frac{۱۰^{-۴}T}{۱G} = ۳\times۱۰^{-۱۲}T$$

$$R = \frac{d}{۲} = ۸\ cm$$

$$B = \frac{\mu_{۰}.I}{۲R} \rightarrow I = \frac{۲RB}{\mu_{۰}.} = \frac{۲\times۰.۰۸\times۳\times۱۰^{-۱۲}}{۴\times۳\times۱۰^{-۷}} = ۰.۰۴\times۱۰^{-۵}A = ۰.۴\times۱۰^{-۶}A = ۰.۴\mu A$$

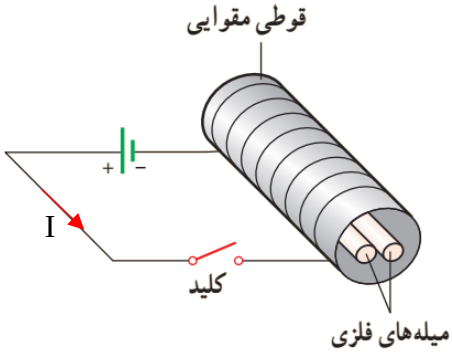
تمرین ۳ـ۵

سیملوله‌ای آرمانی به طول $۴۰/۰\,cm$ چنان طراحی شده است که جریان بیشینه‌ای به‌شدّت $۱/۲\,A$ می‌تواند از آن بگذرد. با عبور این جریان از سیملوله، اندازهٔ میدان مغناطیسی درون آن و دور از لبه‌ها $۲۷۰\,G$ می‌شود. تعداد دورهای سیملوله چقدر باید باشد؟

$$l = ۴۰\ cm = ۰.۴\ m$$
$$I = ۱.۲\ A$$
$$\pi = ۳$$
$$B = ۲۷۰\ G\times\frac{۱۰^{-۴}T}{۱G} = ۲.۷\times۱۰^{-۲}\ T$$

$$B = \frac{\mu_{۰}.NI}{l} \rightarrow N = \frac{Bl}{\mu_{۰}.I} = \frac{۲.۷\times۱۰^{-۲}\times۰.۴}{۴\times۳\times۱۰^{-۷}\times۱.۲} = ۰.۰۷۵\times۱۰^{۵} = ۷۵۰۰$$

پرسش ۳ـ۹



دو میلهٔ فلزی بلند مطابق شکل روبه‌رو درون سیملوله‌ای که دور یک قوطی مقوایی پیچیده شده است قرار دارند. با بستن کلید و عبور جریان از این سیملوله، مشاهده می‌شود که دو میله از یکدیگر دور می‌شوند. وقتی کلید باز و جریان در مدار قطع می‌شود، میله‌ها به محل اولیه باز می‌گردند.

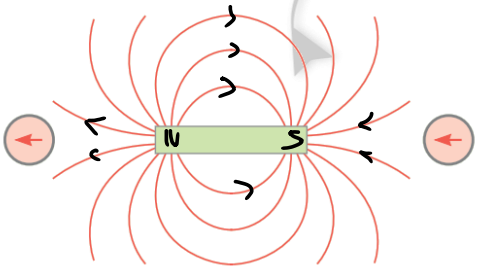
الف) چرا با عبور جریان از پیچه، میله‌ها از یکدیگر دور می‌شوند؟

ب) با دلیل توضیح دهید میله‌های فلزی از نظر مغناطیسی در کدام دسته قرار می‌گیرند.

الف) عبور جریان از پیچه سبب تولید میدان مغناطیسی در فضای بین سیملوله می شود. از آنجا که میله ها نیز درون این میدان مغناطیسی قرار دارند خاصیت مغناطیسی پیدا می کنند و از هم دور می شوند.

ب) از آنجا که با باز کردن کلید و قطع جریان، میله ها به حالت اولیه خود باز می گردند، لذا از نوع فرومغناطیس نرم هستند.

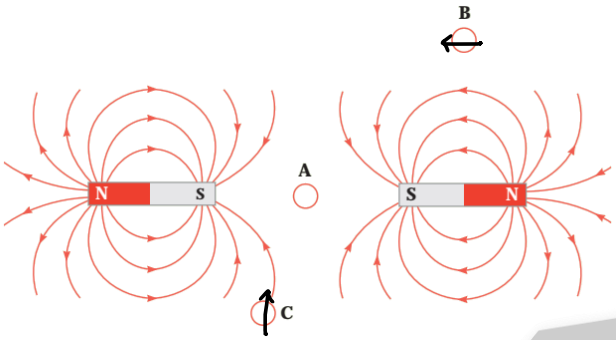
تمارین پایان فصل



۱ با توجه به جهت‌گیری عقربه‌های مغناطیسی در شکل زیر، قطب‌های آهنربای میله‌ای و جهت خط‌های میدان مغناطیسی را تعیین کنید.

جهت عقربه مغناطیسی در هر نقطه، جهت بردار میدان مغناطیسی را نشان می دهد. پس در این شکل جهت میدان از سمت راست به قطب آهنربا وارد و از قطب سمت چپ خارج می شود. در داخل آهنربا جهت میدان از قطب S به N است، بنابراین قطب سمت راست S و قطب سمت چپ N است.

۲ شکل زیر، خط‌های میدان مغناطیسی را در نزدیکی دو آهنربای میله‌ای نشان می‌دهد.



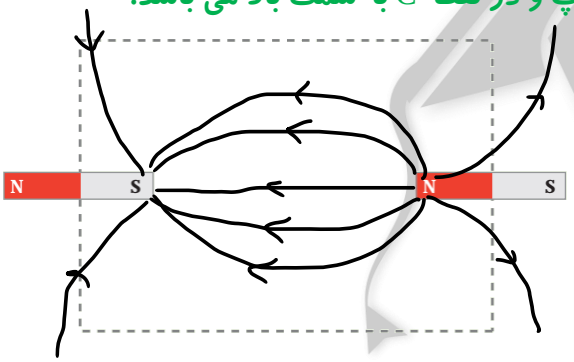
الف) دربارهٔ میدان مغناطیسی در نقطهٔ A چه می‌توان گفت؟

ب) با رسم شکل نشان دهید عقربهٔ قطب‌نما در نقطه‌های B و C به ترتیب در کدام جهت قرار می‌گیرد؟

الف) با توجه به قرار گیری قطب های همنام آهنرباها در کنار یکدیگر،خطوط میدان از نقطه A عبور نکرده و بنابراین میدان برآیند در نقطه A بسیار ناچیز و نزدیک به صفر می باشد.

ب) جهت عقربه در جهت میدان می باشد بنابراین در نقطه B به سمت چپ و در نقطه C به سمت بالا می باشد.

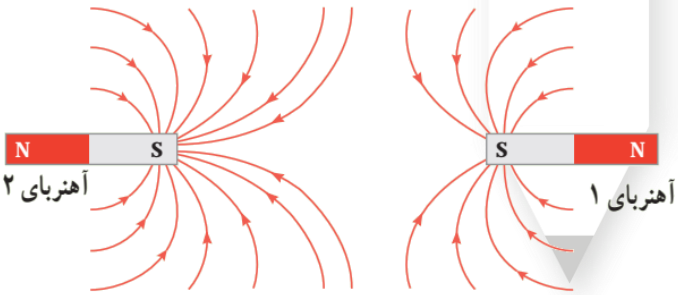
پ) اگر مانند شکل زیر یکی از آهنرباها را بچرخانیم تا جای قطب‌های آن عوض شود، خط‌های میدان مغناطیسی را در ناحیهٔ نقطه‌چین رسم کنید.



پ) خطوط میدان مغناطیسی در خارج از آهنربا از N به S است.

۳ الف) آهنربای میله‌ای با قطب‌های نامشخص در اختیار داریم. دست کم دو روش را برای تعیین قطب‌های این آهنربا بیان کنید.

ب) خط‌های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیر نشان داده شده است. اندازهٔ میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب‌های آهنرباها با هم مقایسه کنید.

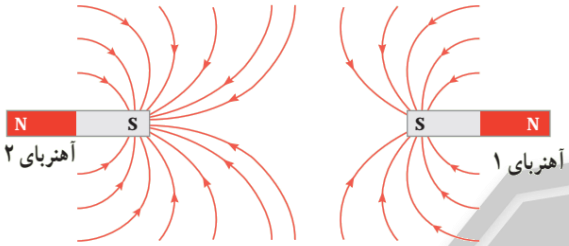


الف) منظور سوال این است که از آهنربا بودن آن اطلاع داریم اما نمی دانیم قطب N و قطب S کدام است.

روش اول: یک آهنربای دیگر با قطب های مشخص را تهیه می کنیم و یکی از قطب های آن را مثلا S به یکی از قطب های آهنربا نزدیک می کنیم. اگر همدیگر را دفع کردند پس قطب مجهول آهنربا S بوده و اگر همدیگر را جذب

کردند N می باشد.روش دوم: از عقربه مغناطیسی (قطب نما) استفاده کنیم. قطب N عقربه جهت میدان را نمایش می دهد و به کمک جهت میدان می توانیم قطب های آهنربا را تعیین کنیم.

ب) خط‌های میدان مغناطیسی بین دو آهنربا در شکل زیر نشان داده شده است. اندازهٔ میدان مغناطیسی را در نزدیکی قطب‌های آهنرباها با هم مقایسه کنید.



ب) هر چقدر خطوط میدان در ناحیه ای فشرده تر باشد، میدان قوی تر است. مشاهده می شود که خطوط میدان در نزدیکی قطب S آهنربای ۲ فشرده تر است و بنابراین میدان آن قوی تر خواهد بود.

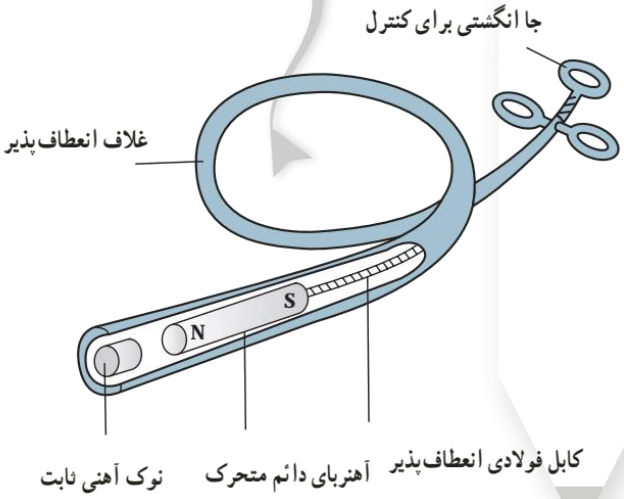
۴ کودکی یک قطعهٔ کوچک آهنی را بلعیده است. پزشک می‌خواهد آن را با دستگاه شکل زیر بیرون بیاورد.

الف) هنگامی‌که آهنربای دائمی به نوک ثابت آهنی نزدیک می‌شود چه اتفاقی می‌افتد؟

ب) ساختن نوک ثابت آهن چه مزیتی دارد؟

پ) این وسیله را باید به درون گلوی کودک وارد و به سوی فلز بلعیده شده هدایت کرد؛ چرا غلاف باید انعطاف‌پذیر باشد؟

ت) پزشک می‌خواهد یک گیرهٔ آهنی کاغذ و یک واشر آلومینیومی را از گلوی کودک بیرون بیاورد؛ کدام‌یک را می‌توان بیرون آورد؟ چرا؟

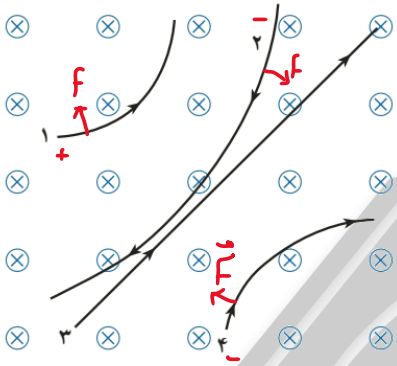


الف) خاصیت مغناطیسی در آهن القا می شود و آهن نیز مانند آهنربا عمل می کند.

ب)

پ)با توجه به اینکه سیستم گوارشی کودک دارای انحنا است، لازم است وسایلی که جهت بررسی سیستم گوارشی طراحی می شوند قابلیت انعطاف پذیری داشته باشند.

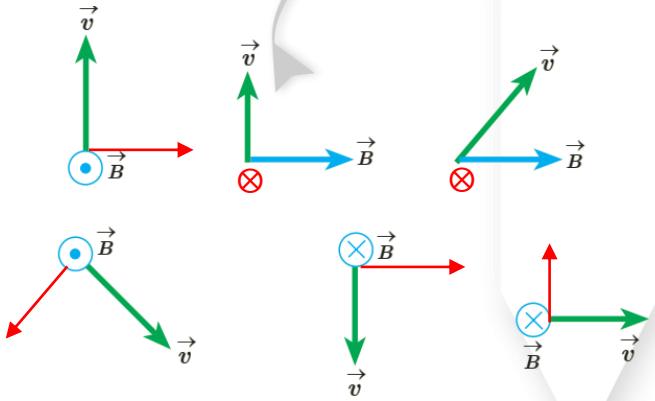
ت) گیره آهنی چون از نوع فرومغناطیس است به راحتی جذب آهنربا می شود اما آلومینیوم از نوع پارامغناطیس بوده و با این آهنرباهای کوچک به راحتی خاصیت آهنربایی پیدا نخواهد کرد. لذا فقط گیره آهنی را می توان بیرون آورد.



۵ چهار ذرّه هنگام عبور از میدان مغناطیسی درون‌سو مسیرهایی مطابق شکل زیر می‌پیمایند. دربارهٔ نوع بار هر ذره چه می‌توان گفت؟

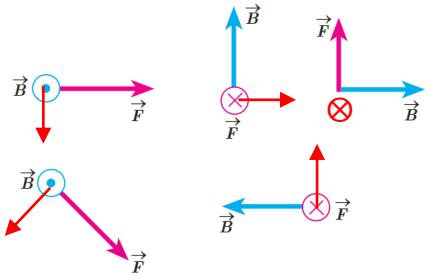
با توجه به قاعده دست راست جهت نیروی وارد بر هر ذره را تعیین می کنیم. اگر انحراف ذره با جهت نیرو تطابق داشت بار ذره مثبت بوده اما اگر ذره در خلاف نیرو منحرف شده باشد، بار آن منفی است.
بار ذره ۱ مثبت، ذره ۲ منفی، ذره ۳ خنثی و ذره ۴منفی است.

۶ جهت نیروی مغناطیسی وارد بر بار مثبت را در هریک از حالت‌های نشان داده در شکل زیر تعیین کنید.



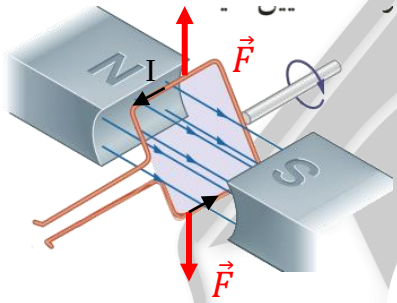
به کمک قاعده دست راست، چنانچه جهت حرکت انگشتان را از v به B در جهت زاویه کوچک خم کنیم، انگشت شست جهت نیرو را نشان می دهد.

۷ نیروی مغناطیسی $\vec{F}$ وارد بر الکترونی که در میدان مغناطیسی $\vec{B}$ در حرکت است، در شکل زیر، نشان داده شده است. فرض کنید راستای حرکت الکترون بر میدان مغناطیسی عمود است؛ در هریک از حالت‌های نشان داده شده جهت سرعت الکترون را تعیین کنید.



چون الکترون دارای بار منفی است، وقتی از قاعده دست راست استفاده می کنیم خلاف انگشت شست جهت نیرو را نشان می دهد.

۸ حلقهٔ رسانای مستطیل شکلی که حامل جریان I است، مطابق شکل درون میدان مغناطیسی یکنواخت می‌چرخد. جهت جریان را در حلقه تعیین کنید.



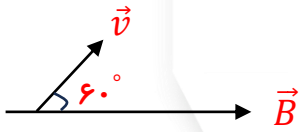
جهت جریان در حلقه باید به گونه ای باشد که نیروی وارد بر آن از طرف میدان، آن را در جهت نشان داده شده بچرخاند. با توجه به جهت چرخش حلقه، جهت نیروها بایستی مطابق شکل باشد. حال با توجه به قاعده دست راست، جریانی که این نیرو را ایجاد کند در شکل نمایش داده شده است.

۹ پروتونی با تندی $۴/۴\times۱۰^{۶}\text{m/s}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی به‌اندازهٔ ۱۸mT در حرکت است. جهت حرکت پروتون با جهت $\vec{B}$، زاویهٔ ۶۰° می‌سازد.

الف) اندازهٔ نیروی وارد بر این پروتون را محاسبه کنید.

ب) اگر تنها این نیرو بر پروتون وارد شود، شتاب پروتون را حساب کنید. (بار الکتریکی پروتون $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\text{C}$ و جرم آن را $۱/۷\times۱۰^{-۲۷}\text{kg}$ در نظر بگیرید).

$v = ۴.۴ \times ۱۰^{۶} m/s$
$B = ۱۸mT = ۱۸ \times ۱۰^{-۳} T$
$\theta = ۶۰^\circ \rightarrow sin60 = \frac{\sqrt{۳}}{۲}$
$q = ۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹} c$
$m_p = ۱.۶۷ \times ۱۰^{-۲۷} kg$



الف)

$$F = qvBsin\theta = ۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۴.۴ \times ۱۰^{۶} \frac{m}{s} \times ۱۸ \times ۱۰^{-۳} \times \frac{\sqrt{۳}}{۲} = ۱.۰۹ \times ۱۰^{-۱۴} N$$

ب)

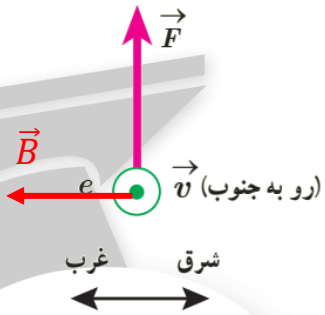
$$F = ma \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{۱.۰۹ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱.۶۷ \times ۱۰^{-۲۷}} \cong ۶.۶ \times ۱۰^{۱۳} \frac{m}{s^{۲}}$$

$v = ۲.۴ \times ۱۰^{۵} m/s$

۱۰ الکترونی با تندی $۲/۴\times۱۰^{۵}\text{m/s}$ درون میدان مغناطیسی یکنواختی در حرکت است. اندازهٔ نیرویی که از طرف میدان مغناطیسی بر این الکترون وارد می‌شود، هنگامی بیشینه است که الکترون به سمت جنوب حرکت کند.

الف) اگر جهت این نیروی بیشینه، رو به بالا و اندازهٔ آن برابر $۶/۸\times۱۰^{-۱۴}\text{N}$ باشد، اندازه و جهت میدان مغناطیسی را تعیین کنید.

ب) اندازهٔ میدان الکتریکی چقدر باشد تا همین نیرو را ایجاد کند؟



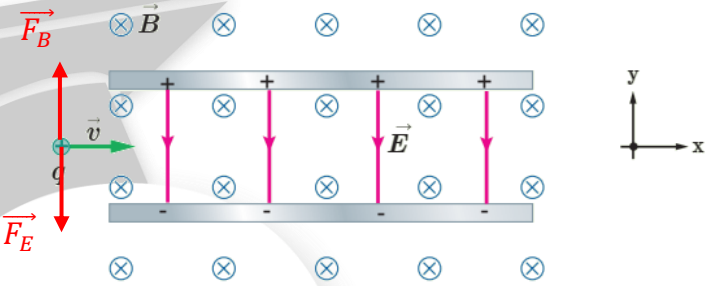
الف) مطابق قاعده دست راست، جهت میدان مغناطیسی به سمت غرب می باشد.

$$F = qvBsin90 = qvB \rightarrow B = \frac{F}{qv} = \frac{۶.۸ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۲.۴ \times ۱۰^{۵}} \cong ۱.۸\,T$$

ب)

$$E = \frac{F}{q} = \frac{۶.۸ \times ۱۰^{-۱۴}}{۱.۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۴.۲۵ \times ۱۰^{۵}\ \frac{N}{C}$$

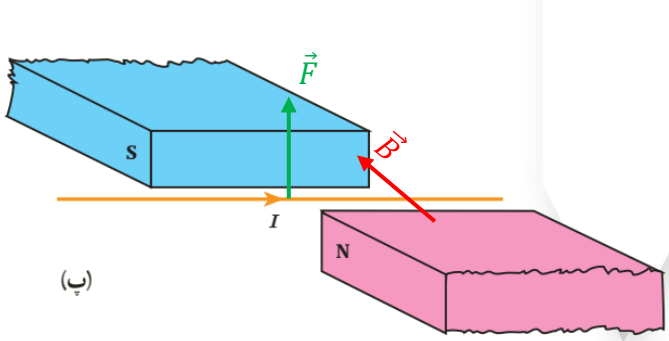
۱۱ ذرهٔ باردار مثبتی با جرم ناچیز و با سرعت $\vec{v}$ در امتداد محور x وارد فضایی می‌شود که میدان‌های یکنواخت $\vec{E}$ و $\vec{B}$ وجود دارد (شکل زیر). اندازهٔ این میدان‌ها برابر $E = ۴۵۰\,N/C$ و $B = ۰/۱۸T$ است. تندی ذره چقدر باشد تا در همان امتداد محور x به حرکت خود ادامه دهد؟

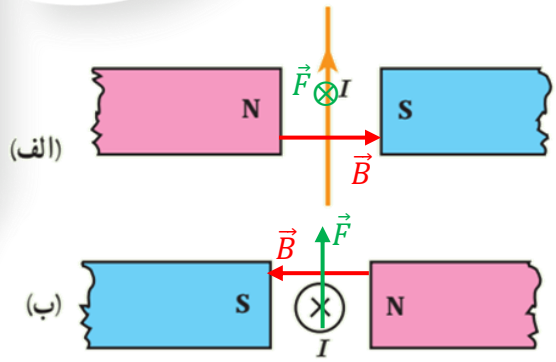


ازآنجا که ذره دارای بار مثبت است، نیروی الکتریکی در راستای میدان به آن وارد می شود. از طرف میدان مغناطیسی نیز نیرویی مطابق قاعده دست راست به طرف بالا وارد خواهد شد. حال اگر ذره بخواهد بدون انحراف به حرکت ادامه دهد، باید مجموع نیروها برابر صفر باشد. به عبارتی نیروی الکتریکی برابر با نیروی مغناطیسی باشد. یعنی:

$$F_E = F_B \rightarrow qE = qvB \rightarrow v = \frac{E}{B} = \frac{450}{0.18} = ۲۵۰۰\ m/s$$

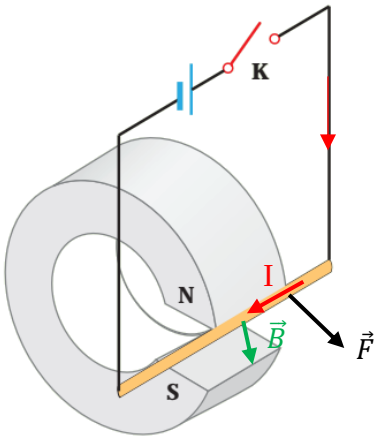
۱۲ جهت نیروی الکترومغناطیسی وارد بر سیم حامل جریان را در هر یک از شکل‌های الف، ب و پ با استفاده از قاعدهٔ دست راست بیابید.





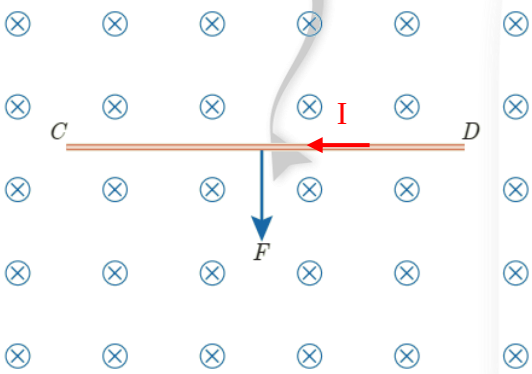
ابتدا جهت میدان مغناطیسی را در فضای بین قطب ها تعیین می کنیم: در فضای بیرون آهنربا، جهت میدان همواره از قطب N به قطب S است. سپس به کمک قاعده دست راست جهت نیرو را تعیین می شود.

۱۳ یک میلهٔ رسانا به پایانه‌های یک باتری وصل شده و مطابق شکل در فضای بین قطب‌های یک آهنربای C شکل آویزان شده است و می‌تواند آزادانه نوسان کند. با بستن کلید K، چه اتفاقی برای میلهٔ رسانا رخ می‌دهد؟ توضیح دهید.



با بستن کلید، میله رسانا در مدار قرار می گیرد و جریانی از سمت پایانه مثبت باطری مطابق شکل از آن می گذرد. حال میله همانند یک سیم حامل جریان عمل می کند و از جانب میدان مغناطیسی به آن نیرو وارد می شود. جهت نیرو مطابق قاعده دست راست در شکل نشان داده شده و لذا میله به سمت بیرون منحرف می شود.

۱۴ سیم رسانای CD به طول ۲m مطابق شکل زیر عمود بر میدان مغناطیسی درون‌سو با اندازهٔ ۰/۵T قرار گرفته است؛ اگر اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر سیم برابر ۱N باشد، جهت و مقدار جریان عبوری از سیم را تعیین کنید.



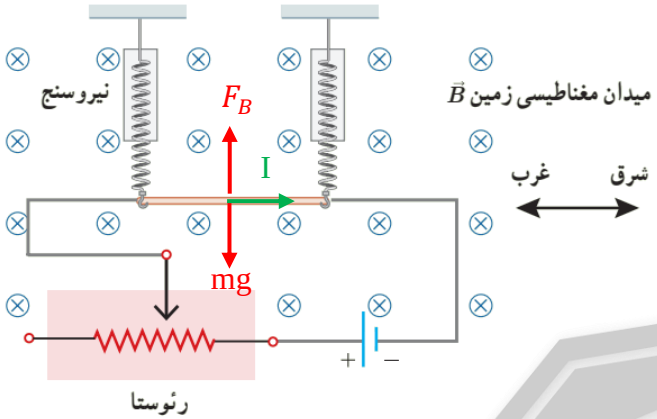
مطابق قاعده دست راست، چنانچه جهت جریان به سمت چپ باشد، نیرویی به سمت پایین از طرف میدان به سیم وارد خواهد شد.

$$F = IlBsin90 = IlB \rightarrow I = \frac{F}{lB} = \frac{۱}{۲ \times ۰.۵} = ۱\ A$$

۱۵ یک سیم حامل جریان ۱/۶ آمپر مطابق شکل زیر با دو نیروسنج فنری که به دو انتهای آن بسته شده‌اند، به‌طور افقی و در راستای غرب ــ شرق قرار دارد. میدان مغناطیسی زمین را یکنواخت، به‌طرف شمال و اندازهٔ ۰/۰۵mT بگیرید.

الف) اندازهٔ نیروی مغناطیسی وارد بر هر متر این سیم را پیدا کنید.

ب) اگر بخواهیم نیروسنج‌ها عدد صفر را نشان دهند، چه جریانی و در چه جهتی باید از سیم عبور کند؟ جرم هر متر از طول این سیم ۸ گرم است ($g = 9/8 N/kg$).



الف)

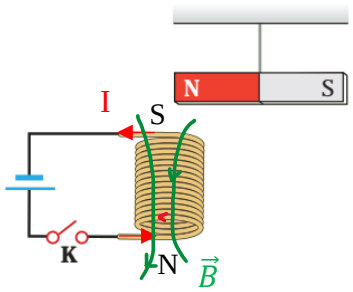
$$F = IlB = 1.6 \times 1 \times 0.05 \times 10^{-3} = 0.08 \times 10^{-3}\ N$$

ب) برای آن که نیروی خالصی به سیم وارد نشود، باید جهت جریان به نحوی باشد که نیروی مغناطیسی بر نیروی وزن غلبه کند. از آنجا که جهت نیروی وزن به سمت پایین است، لذا جهت نیروی مغناطیسی باید به سمت بالا باشد و از نظر بزرگی نیز برابر باشند (F=mg). مطابق قاعده دست راست، اگر جهت جریان به سمت شرق باشد جهت نیرو به سمت بالا خواهد بود.

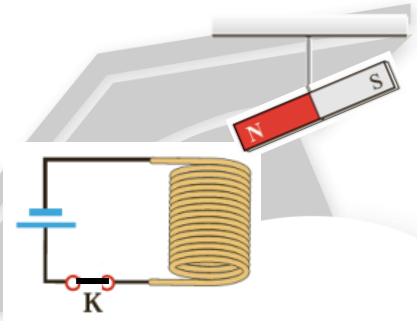
$$F = IlB \rightarrow I = \frac{F}{lB} = \frac{mg}{lB} = \frac{8 \times 10^{-3} \times 9.8}{1 \times 0.05 \times 10^{-3}} = 1568\ A$$

این مقدار جریان بسیار بزرگ است و عملا تولید آن امکانپذیر نیست. پس در عمل نیروسنج ها نمی توانند عدد صفر را نمایش دهند.

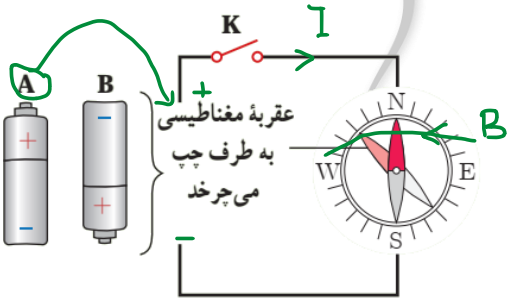
۱۶ یک آهنربای میله‌ای مطابق شکل زیر، بالای سیملوله‌ای آویزان شده است. توضیح دهید با بستن کلید K چه تغییری در وضعیت آهنربا رخ می‌دهد.



با بستن کلید جریانی در جهت نشان داده شده از سیملوله می گذرد و بنابراین میدان مغناطیسی در اطراف خود ایجاد می کند. به کمک قاعده دست راست جهت میدان مطابق شکل تعیین می شود. در نتیجه سیملوله مشابه یک آهنربا عمل می کند که قطب S آن در نزدیکی قطب N آهنربای آویزان قرار می گیرد و بنابراین آهنربا جذب سیملوله می شود (شکل زیر).

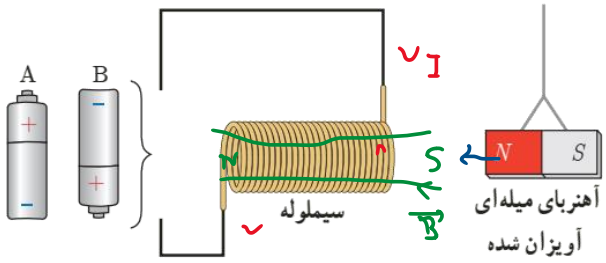


۱۷ کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا پس از بستن کلید K، عقربه قطب‌نما که روی سیم قرار دارد، در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت شروع به چرخش کند؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.



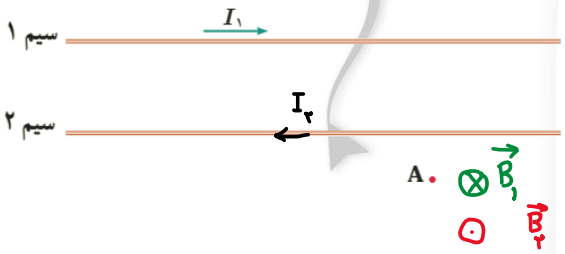
عقربه مغناطیسی همواره در جهت میدان مغناطیسی اطراف خود قرار می گیرد. در شکل داده شده اگر عقربه بخواهد به صورت پادساعتگرد بچرخد باید جهت میدان در بخش بالای سیم به سمت چپ باشد. بنابراین جریانی که بخواهد چنین میدانی را تولید کند باید جهتش از بخش بالا به پایین باشد و باتری A چنین جریانی را ایجاد می کند.

۱۸ کدام باتری را در مدار شکل زیر قرار دهیم تا آهنربای میله‌ای آویزان شده به طرف سیملوله جذب شود؟ دلیل انتخاب خود را توضیح دهید.



برای اینکه آهنربا توسط سیملوله جذب شود باید جهت میدان در سیملوله در جهت نمایش داده شده باشد. جریانی که بخواهد چنین میدانی را در سیملوله ایجاد کند باید جهتش از شاخه بالایی شروع شود تا مطابق قاعده دست راست میدانی از راست به چپ داشته باشد. در چنین حالتی سیملوله مانند یک آهنربا عمل می کند که قطب S آن در سمت راست و قطب N آن در سمت چپ است. بنابراین قطب های ناهمنام آهنرباها مقابل هم قرار می گیرند و جذب سیملوله می شود.

۱۹ شکل زیر، دو سیم موازی و بلند حامل جریان را نشان می‌دهد. اگر میدان مغناطیسی برایند حاصل از این سیم‌ها در نقطهٔ A صفر باشد، جهت جریان آن را در سیم ۲ پیدا کنید.

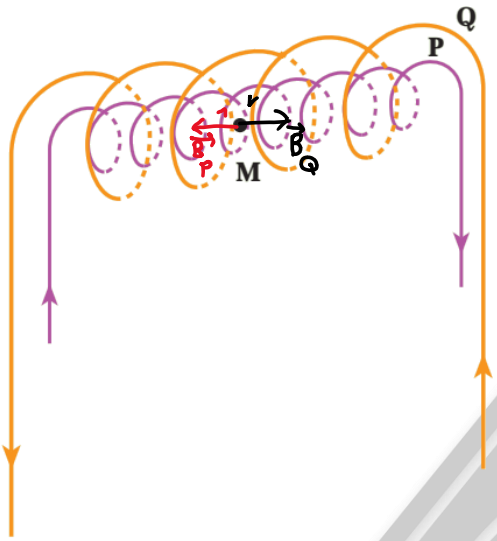


سیم ۱ میدانی درنسو در نقطه A ایجاد می کند. اگر میدان برآیند بخواهد در این نقطه صفر باشد، باید میدان حاصل از سیم ۲ در آنجا در جهت مخالف یعنی برونسو باشد. بنابراین مطابق قاعده دست راست، اگر جهت جریان در سیم ۲ از راست به چپ باشد میدانبرونسو در نقطه A ایجاد می کند.

۲۰ سیملوله‌ای شامل ۲۵۰ حلقه است که دور یک لولهٔ پلاستیکی توخالی به طول ۰/۱۴ متر پیچیده شده است. اگر جریان گذرنده از سیملوله ۰/۸A باشد، اندازهٔ میدان مغناطیسی درون سیملوله را حساب کنید.

$N = ۲۵۰$
$l = ۰.۱۴\ m$
$I = ۰.۸\ A$
$$B = \frac{\mu_0 NI}{l} = \frac{۴\pi \times ۱۰^{-۷} \times ۲۵۰ \times ۰.۸}{۰.۱۴} = ۱.۸\ mT$$

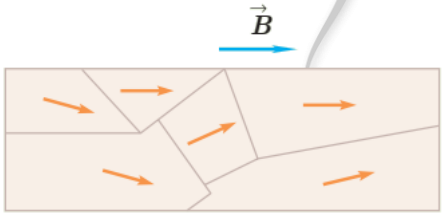
۲۱ در شکل زیر دو سیملولهٔ P و Q هم محورند و طول برابر دارند. تعداد دور سیملولهٔ P برابر ۲۰۰ و تعداد دور سیملولهٔ Q برابر ۳۰۰ است. اگر جریان ۱A از سیملولهٔ Q عبور کند، از سیملولهٔ P چه جریانی باید عبور کند تا برایند میدان مغناطیسی ناشی از دو سیملوله در نقطهٔ M (روی محور دو سیملوله) صفر شود؟



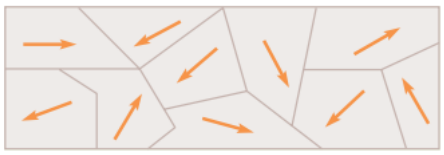
$N_p = ۲۰۰$
$N_Q = ۳۰۰$
$I_Q = ۱A$
$l_Q = l_p$

$$B_۱ = B_۲ \rightarrow \frac{\mu . N_Q I_Q}{l_Q} = \frac{\mu . N_P I_P}{l_P} \rightarrow N_Q I_Q = N_P I_P \rightarrow I_P = \frac{N_Q I_Q}{N_P} = \frac{۳۰۰ \times ۱}{۲۰۰} = ۱.۵\, A$$

۲۲ شکل الف حوزه‌های مغناطیسی مادهٔ فرومغناطیسی را درون میدان خارجی $\vec{B}$ نشان می‌دهد. شکل ب همان ماده را پس از حذف میدان $\vec{B}$ نشان می‌دهد. نوع مادهٔ فرومغناطیسی را با ذکر دلیل تعیین کنید.



(الف)


(ب)

مواد فرومغناطیس شامل دو نوع نرم و سخت هستند. در فرومغناطیس نرم پس از حذف میدان خارجی، جهت گیری دوقطبی ها در هر حوزه تغییر می کند و خاصیت آهنربایی خود را از دست می دهند. مطابق شکل مشاهده می شود که با حذف میدان چنین اتفاقی افتاده پس نوع ماده فرومغناطیس نرم است.

۲۳ با توجه به آنچه در بخش ویژگی‌های مغناطیسی مواد دیدید، نقشه مفهومی زیر را کامل کنید.